

都市河川生態環境與堤岸工程之再造 - 以筏子溪為例

王永珍⁽¹⁾

摘要

都市河川能帶給都會區更優雅的生活環境，惟倘維護不完善可能導致污染、髒亂及生態系統之滅絕。而漠視河川生態環境之後果將留給下一代承擔，因此在河川工程規劃上必須注重河川之自然景觀及河川生態環境等有關之需求，務使河域整體充分調和，且應以物種之觀點考量河川之生態復育與未來演替情況等，蓋今日對河川環境之尊重乃是對後世子孫之一項責任。

本文以位於台中縣市之筏子溪部份河段導入近自然工法取代傳統之堤防設計，顛覆現有之防洪工法，期望未來能對河川生態復育及改善堤防之景觀有正面之影響，惟仍不失防洪安全之考量，以緩和人民對自然工法之疑慮。

(關鍵字：都市河川、生態環境、堤岸工程、筏子溪)

A Study on Ecological Environment and Levee's Renewal of Fa-Tzu Creek, An Urban Stream.

Yung-Jen Wang

Senior Engineer, Third River Basin Management Bureau, Water Resources Agency
Ministry of Economic Affairs, Taiwan, R.O.C

ABSTRACT

Urban rivers may help bring people an improved quality of life. However, engineering works associated with urban rivers if not done carefully may cause pollution and destruction of ecological system. Therefore attention must be given to protection of natural landscape and ecological environment of river in engineering planning. Ecological restoration of the river and protection of biological species' viewpoint are also important.

This study focused on the Fa-Tzu Creek located in Taichung City and Taichung County. Ecological engineering measures are applied instead of traditional design in partial sections, in contrast to current the means of flood control. The study results may help beneficial effects on ecological restoration of rivers and the improvement of levee.

(**Keyword** : Ecological Environment、Levee's、Fa-Tzu Creek、Urban Stream)

(1) 經濟部水利署第三河川局正工程師

前言

河川為人類與生物賴以維生的重要資源。早期是以用水、水運、治水、利水及防災為主，迨至環保意識抬頭，河川在自然保育的「環境機能」以及親水與空間利用的「人文機能」始受重視。

隨著周遭環境及地形之改變，河川的水質、水量由上游至下游有明顯的變化，一旦無法供給水中或水岸旁的植物生存所需，河川生態系中的生產者便不再具有生產的功能，將使生態系中各級消費者亦難以存活，河川的內在與外在環境原本所具有的生命也會因此喪失，故河川生態復育之工作更突顯其重要性。

河川生態復育意即當河川生態系遭破壞及品質降低後設法將其回復到原狀。復育之效益不僅需考慮復育經費，而且需考慮可獲得或增益之價值。在訂定復育目標及方針時有一很重要觀念，即社經價值常隨著現況而改變，這些價值(如改善原有水生或河岸物種之棲地等)通常非屬經濟價值，但卻不容忽視。

從前利用植栽、砌石、石籠等自然材料圍堰築堤對於生態環境尚不致丕變。曾幾何時，三面打底溝渠化之都市河川整治方式不斷出現，已久為人所詬病，此外足以削減河域生物生機之「水泥堤防」亦成為河川生態復育上之一大障礙。故現今之河川治理必須思考兼顧防洪與生態機能之做法方足以恢復河川生機，於是所謂「生態工法」(或稱「自然工法」及「近自然工法」)等應運而生。

生態工程之觀念源自於德國及瑞士，1938年德國 Seifert 首先提出近自然河溪整

治的概念，意指在完成傳統河流治理任務的基礎上可以達到接近自然、廉價並保持景觀美的一種治理方案。1992年 Hohmann 從維護河溪生態平衡的觀點認為自然工法是減輕人為活動對溪流的壓力、維持溪流生態多樣性、物種多樣性及其溪流生態系統平衡，並逐漸恢復自然狀況的措施。

自然工法可說是遵循自然法則，使自然與人類共存共榮，因此為重新思考現今的整治措施與長遠規劃方向，因應世界潮流及國內整體環境因素，必須對自然工法有基本之認知，再依現地情況逐步推行之。

河川廊道之生態復育

河川廊道(river corridor)是指沿著河川分布不同於周遭基質的植物生長帶(見圖1)，包括河道邊緣；河道漫流灘；堤壩及部分高灘地形所塑造之空間及存於內之生物棲息環境 (R. Forman, M. Godron 1990)。無論自河川空間經營、休閒遊憩、生態復育或景觀發展而言，河川廊道可視為一種生態基質，其持續性與穩定性有助於其內及周遭生態資源之豐富性與多樣性。

廊道生態主要包括空氣、陽光、岩石、土壤、元素、化合物等非生物因子和棲息於河川中或依賴河川維生的動、植物等生物因子所構成。每一因子在生態系中都有一定的地位，扮演一定的角色，彼此間相互影響，構成關係綿密複雜的河川生態系。在河川生態系的食物鏈中，各種河川生物分別扮演了生產者、消費者和分解者的角色。

包括：

一、生產者

綠色植物因體內含有葉綠素可行光合作用，使轉換為碳水化合物，為河川生態系中的生產者，如藻類及水生植物等。生產者為河川中草食性水生昆蟲、魚類等消費者食物的來源。

二、消費者

河川動物因本身無法自製養分，需攝取外界環境中的動植物或有機物維生，稱為消費者。如魚、蝦、蟹類及兩棲類、哺乳類、鳥類等。以其食性來分可分為草食性、肉食性、及雜食性三種，若以其攝食階層來分，則可分為初級消費者、次級消費者、三級消費者等。

三、分解者

河川中的微生物因體型細小，常被人們忽視，但在河川生態系中卻扮演了相當重要的「分解者」角色，它可將動植物屍體、有機物等分解成簡單化合物或基本元素，或以無機營養鹽型式再次供植物吸收利用，促使物質循環重新開始。常見的分解者如細菌、真菌、部份水棲昆蟲等。

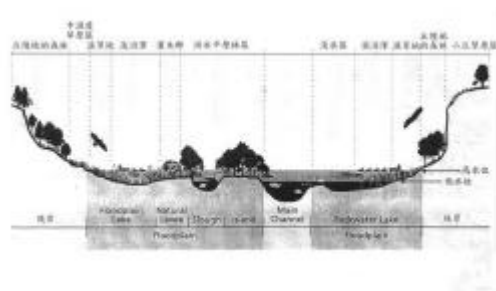


圖 1. 河川廊道橫斷面圖

Figure 1. A cross section of a stream corridor.

河川沿著緊密結合之洪水平原及陸上區域，組成廊道之經濟、社會、文化及環境

價值。這些廊道是複雜的生態體系包括土地、植物、動物及介於其中之河系網。它們產生許多之生態功能如調節河川流量、蓄水、移除水中有害物質，以及提供水生動物 (aquatic) 及陸上 (terrestrial) 動植物之棲地 (habitat)。河川廊道並且在植物和土壤性質上與陸上環境有明顯的差異，且提供較高水準之生物種多樣化、密度和生物學上的生產力。

周圍生態體系的改變會衝擊到河川廊道物理、化學及生物學上生長過程。河川在一定範圍之流動、沉澱、搬運水溫及其他變數等所謂之動態平衡上維持正常功能，超過界限時動態平衡消失，常導致生態系統之調整並可能衝擊到群落的需求。

「復育」可使河川廊道回復動態平衡且功能達到自生性水準 (self-sustaining level)。實行「復育」之首要步驟是停止會引致該地降低或阻礙生態系統恢復之擾動行為。

與復育相關的行為有以下三項：

一、Restoration 復育

重新建立生態系統之結構與功能，生態復育 (Ecological restoration) 是儘可能回歸經擾動前之生態系統之狀況與功能之過程。此定義有一衝突即生態系統是來自自然之動力，因此不可能創造一真實系統。復育過程僅是重建一般之結構，功能及機能而非生態系統之自發性行為 (self-sustaining behavior)。

二、Rehabilitation 復原

使土地在一擾動後再次成為有用的，它包含生態系統功能之重新獲得及棲地品質降低之處理。它不需要重建已擾動之狀況，但包含地理學及水文學上之穩定及景觀之

建立。

三、Reclamation 再造利用

一系列的活動以改變生物物理學上生態體系的能力，如此產生之生態系統有異於進行先前存在之生態系統之重生。此已暗示使適應野生或自然來源之過程以成全功利主義的人類為目的，例如河岸或濕地上生態系統對農業、工業或都市利用上的轉變。

「復育」是複雜之舉，由於自然或人類引起之擾動而損害生態系統之結構與功能，必須對形成河川生態系統及物理、化學、生物學的過程之功能與結構有所了解。

河川環境的經營管理係講求以環境科學和生態保育原理為基礎，應用其他相關領域的知識和技能來經營河川資源，以達永續利用之目的。故應有整體生態平衡之理念，維護河川生態體系之穩定平衡與合理利用，以改善當代及後世人類全體的生活品質。

十餘年前之防洪工程是以安全為惟一目的，生態保育是生物學者的事，故水泥堤防在當時大行其道，且水泥堤坡愈厚及混凝土消波塊愈多愈受歡迎，而都市河川加蓋做為停車空間更是當時民眾所企盼，時至今日這些舉動已屢為環境保育團體所批判；數年前河川生態景觀及綠美化之觀念開始萌芽，但由於生疏與不了解，「生態復育」仍是水利工程師所畏於接觸之工作；隨後環保團體開始大聲高揚生態保育之重要性，此時各學術單位相繼亦加入此行列，於是各種講習會、訓練、研討會等紛紛以河川生態及自然工法為主題，政府也察覺水利工程對鳥、魚、蝦、蟹及昆蟲等生物棲地破壞之嚴重性，開始研擬相關之政策，演進到今日為提

高環境保育工作之層面，河川工程之設計不談生態復育就似乎注定要被各種民間所團體所責難及遭人民唾棄。

自然工法在復育上之應用

鑑於社會大眾普遍對於水資源生態知識不足，而工程人員沿襲傳統施工方法，在防洪防災的前提下進行溪流整治工程，雖達到保障安全之目的，但是失去親水的功能，甚至造成自然生態景觀之破壞。故在做法上應考量生態、水文、水理、景觀、施工難易度等，並遵循自然法則，使自然與人類共存共榮，以維護各類生物棲息環境及河川景觀。

自然工法不同於一般傳統的土木、水利工程方法，並理念是以生態系統的自我設計能力為基礎，尊重環境中生物的生存權利，透過工程方法來維護復育當地的自然生態環境。基本精神在於尊重自然生態環境原有之多樣性，並依照現存之生態條件，建設一個良好水循環及安全的河溪環境。以創造出水與綠生態網，不祇消極保護，更應積極使自然環境再生。

自然工法強調生態系統之穩定、環境之多樣性以及生物棲息廊道之創造。利用現地可用材料如石材、木材或植物材料等，儘可能不破壞生態環境景觀下，考慮結構體之安全性，兼顧當地自然生態系之維護。目前較常用之材質多為塊石，可助於提供水生多孔隙空間之棲地。

河川復育中常用之自然工法原先是指將河川中將無可避免之工程施工方式儘量與水中或岸邊生物棲息之方式相符，俾能生

生不息，但復育之精神為「完全恢復或維持原狀」，事實上不易達成目標。因此日人福留脩文將之修正為「近自然工法」，亦即模擬原有生物棲地生活形態兼具美化河川之目標，使河川的自然美質獲尊重。在設計與施作有極大的彈性，應以每條河川之基本條件如河性、地形條件、植生種類、水文特性、河床質及河川本身之社會經濟與景觀需求而決定。例如在河川高流量發生時監控河川構造物以決定棲地情況是否合適是很重要的。為使結構物適當地發揮功能，必須予以適切之維護或修改，俾因應河川中之棲地改善(Instream Habitat Improvement)需求。通常以可供飼養、產卵和掩蔽等或有利於岸邊動植物繁衍生長，應用適宜之單一或組合之結構相輔，兼具維護河岸使免於受沖蝕之工法進行改善，故可泛稱為生態工法(ecological working method)。

惟自然工法也並非逕將自然河流整平鋪草皮，再放上拼磚步道和灌木花壇之類。或者再做出個水主題樂園，讓人們在和河流無關的地方親水，順便刺激大型開發吸引大型遊覽車駐足，擾亂當地居民生活。蓋如此易使原本迫切需要的“河川復育”的概念會被曲解，往後推動真正的復育將更艱難。

日本自 1990 年從德國、瑞士等國引進自然工法後，歷經了非常大量的試誤學習(每年數千個“多自然造川”計畫)。在此之前，日本各地的河川水質都已相當程度獲得控制。儘管如此，由於缺乏專業間的溝通，早期的許多“多自然造川”在現在看來對自然生態都是破壞多於建設。美國利用自然工法進行河道復育的歷史也不長(頂多 20 年)，至今許多事例也還顯示工程人員對河川的

自然機制或棲地生態認識不足。

近自然工法之設計與施作應有極大的彈性，換句話說即需「因地制宜」，每條河川之基本條件如河性、地形條件、植生種類、水文特性、河床質、水質及河川本身之社會經濟與景觀需求等皆不盡相同，而此方面資料之蒐集與歸納亦需有專業人員之帶領。台灣目前要達到實質的「河川復育」還有一段長路要走，而如果真要談復育，許多設計、施工規範都應修訂，最基本者如對河道內植生，沙洲的規定等。這些規範的修訂，就算參考他國的研究成果，也需要以本地水文條件做模擬、計算等基本工作。國外現有自然工法的多元導入及台灣本土自然工法的開發，測試等都要花些時間，而台灣這方面的研究水準，無論在政府機關與學術單位均待提昇。以目前水利單位工作之繁重及欠缺在此方面專業素養之人才，要加快河川復育之腳步短時間內可能仍需借重學術機構或民間公司。

案例探討---筏子溪

筏子溪為烏溪支流，位於台中盆地西側，河床平均坡降約 1/160，屬都市型河川，流域面積 132.57 平方公里，起源於台中縣大雅鄉橫山圳排水，流經台中縣市，在烏日鄉注入烏溪。基於都市民眾對河川空間利用之需求甚殷，且傳統工法欠缺親水考量及生態規劃，故擬發展筏子溪在都市中所應具備之功能，兼顧生態景觀發展及環境維護，選定親水區二處及近自然工法試辦區三處，期改善現有河川空間的環境品質，並提供親水及遊憩空間。此外對中山高速公路、東西向快

速道路及未來高速鐵路等提供優良之視覺景觀，配合筏子溪治理工程之實施及減少高速鐵路之環境衝擊，務求發揮筏子溪的環境特色。其中之一處近自然工法試辦區在布置上分配數種不同工法並豎立解說牌，以提供國內未來「近自然工法」及「河川環境教育」之場所。

溪岸目前有多處地點尚未施設混凝土堤防，仍有其發展「近自然工法」之空間，但民眾之不安全感尚難突破，故必須尋求兩其美之做法。而事實上近自然工法之禦洪能力未必不如混凝土堤防，例如蛇籠工之透水性及曲撓性均優於混凝土，而其正是近自然工法之一種。九十年七月卅日桃芝颱風過後筏子溪烏橋上游混凝土堤防毀損部經以蛇籠工修復後均已安然通過九十年九月十七日納莉颱風之考驗即為例證。(見圖 2)

筏子溪是台灣少數尚未過度開發之都市型河川之一，面對此一寶貴資源，務使其除了排洪功能外尚能兼具休閒遊憩親水活動、景觀調節、生態教育等之多目標功能，並能因應未來發展需求，成為日後河川復育景觀發展的典範。

茲介紹一、筏子溪東海橋上游綠美化暨生態規劃。二、預定做為水利署近自然工法戶外教室之「近自然工法」試辦區規劃情形。三、劉厝堤防前灘地之綠美化工作如下：

一、筏子溪東海橋上游綠美化暨生態規劃

本試辦區位於水岬頭四號橋到東海橋間，全長 860 公尺，河段內有港尾排水及林厝幹線兩處支線匯流，河道蜿蜒性良好。本區水中魚蝦類有很多種，台灣間爬岩鰍、台灣石、粗首、短吻蝦虎、明潭吻蝦虎為台灣特有種，該魚類一般需要多樣性空間即

可，環境保護屬一般級，又在桃芝颱風前河岸林茂盛，鳥類有珠頸斑鳩、鷺科鳥類等 26 種鳥類，但颱風過後棲地破壞無遺，為迅速復育該河段原有生態，先以蛇籠搶修東海橋上游河段。本試辦區自東海橋到永安橋段，以蛇籠工為主；永安橋至水堀頭四號橋以箱籠工為主要堤防材料，而堤坡覆表土，使其迅速生長該地植物，並為期恢復往日鳥群聚集之生態，在堤頂兩側均種兩排本地原有樹。

本段河道在林厝幹線入流處之左岸堤岸有很好河岸林，本處河岸林鳥類很多，而經桃芝及納莉颱風後仍保持未被沖毀。而為保護青海橋不被沖刷，在其下游處亦設置一處低壩群，兩處低壩群除保護河床之外，另為營造河道淺灘與深潭效果，蓋在壩頂處可形成灘頭，壩下游則可造成一小深潭。桃芝颱風過後多處堤防崩潰，本局在東海橋至港尾排水入口處以蛇籠搶修完成，本計畫為使前後工程一致，故自東海橋至永安橋間計 425 公尺，以蛇籠工作為堤防護岸，並且以蛇籠做為消能牆，為使坡面成為自然堤防，在蛇籠工上覆以 50 公分表土，並植栽草皮。而因堤頂與路面同高，故採用路堤共構，並在堤頂兩側種樹(詳見圖 3)。水堀頭四號橋到永安橋間有良好的河岸林，但因部份堤防崩潰，亟待重建，為營造比原來更美好環境，以箱籠為堤防護坡材料，其內側可填土當作花台植栽。粗顆粒勢必堆積於河岸，唯凹岸處後局部刷深，故以丁壩工保護，並在箱籠丁壩處堆 30cm~ 50cm 間塊石，以防止滾石直接沖擊箱籠鐵線，其他部位應可耐沖擊。又箱籠鐵線耐用年限約 10 年，在箱籠堤防施建之同時，必須植栽密根植物，如



筏子溪烏橋上游混凝土堤防原貌



筏子溪烏橋上游於桃芝颱風(90.7.30)過境後



筏子溪烏橋上游於納莉颱風(90.9.17)過境後

圖 2. 筏子溪烏橋上游原貌及歷經桃芝、納莉颱風後現場情況

Figure 2. The condition after Taotz Typhoon and Nali Typhoon pass through Wu Bridge of Fa-Tzu Creek

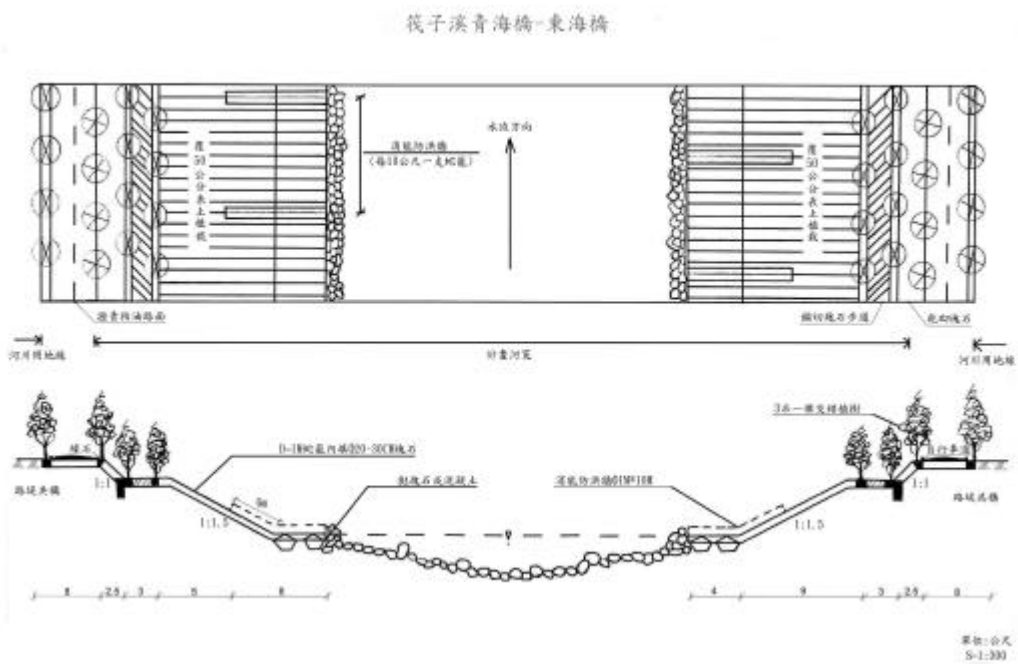
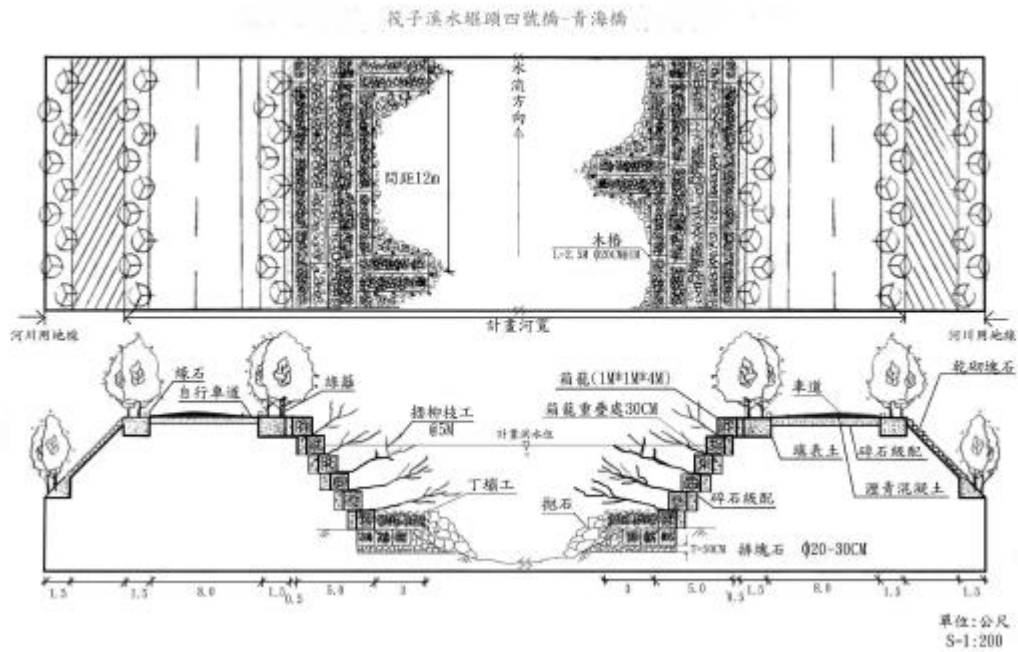


圖 3. 筏子溪近自然工法第一試辦區(東海橋上游)堤岸橫斷面圖

Figure 3. The cross section of first test region of ecological engineering measures.

蘆葦等以固定坡面，在鐵絲銹蝕後形成自然土石堤防。

二、第二試辦區（筏子溪橋下游 500 公尺延伸至 1525 公尺）

本區係自筏子溪橋下游約 500 公尺到春社堤防王田圳取水口之上游段，全長計 525 公尺，該河段左右兩側堤防均已完成，雖屬平直堤防河段，但深槽卻具蜿蜒性，且左岸有高灘地、沙洲，係保有自然性較高之河段，可在此營造自然生態休閒教育區；經桃芝及納莉颱風驗證後，發現颱風洪水雖淹沒灘地，高灘地岸邊些微變動，但河床變動不大，可佈設生態休閒教育區。本試辦區在深槽兩岸拋塊石，且每 10 公尺打木樁一支，目的在防止河岸之變遷，同時創造水鳥岸邊落腳處。利用原來高灘地中流水沿兩側鋪塊石，創造小河川景色，且在寬幅處使小水流擴寬變成一溼地淺湖，而湖中佈置一生態島，在整個灘地上佈置平面休閒步道，且植栽原生種樹木，在河道彎處，為防止灘地容易變化，設四處堆石丁壩，該丁壩同時也要營造岸邊風景及生態。另為展示各類近自然工法堤防做法，特在下游右岸設置五區戶外教室展示區。本試辦區河川鳥類約 30 種，是筏子溪鳥類最多河段，右岸儘量維持現狀用以維護該河川之鳥類生態。將來工程完成後可繼續監測，比較施工方法前後生態復育效果。

本區河段堤防均為既設堤防，且經兩次超越百年洪水量(桃芝及納莉颱風)之洪水均未毀損，另生態休閒教育區均為平面佈置，並無突起構造，故無流失之虞，至於每年可

能會有一、二次淹水，本設置全部以石塊為材料及本就泡水之木樁，淹水不損材料使用性。

近自然工法河川治理剛在台灣萌芽，唯大都偏重景觀遊憩設施，與工法內涵有很大差別，且施作溪流都屬小溪或野溪，在中型河川進行近自然工法整治，本島尚未有先例。期盼筏子溪本區近自然工法可作為河川整治參考範例，且因交通方便及有灘地供參觀人活動，特闢為近自然工法戶外教室，自然工法戶外教室設計(如圖 4)。

三、筏子溪橋下游劉厝堤防

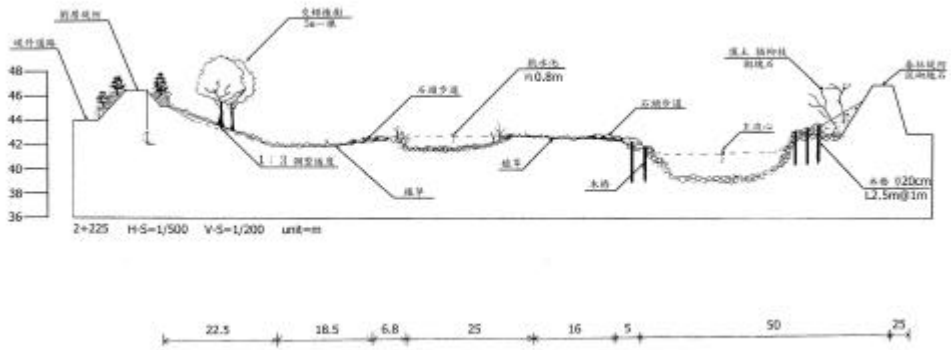
橋上游五百公尺處河道寬約一百公尺，河槽寬約三十五公尺，河道有多處沙洲，東側為新生堤防。西側為高速公路，周圍為農田景觀，高灘地植生茂盛，生態相豐富，除草本植物外並有部份低矮灌叢。

筏子溪橋處河道寬約一百五十公尺，河槽寬約一百公尺，上游河道有中多處沙洲，內新庄子溪排水於上游三百公尺東側處匯入，河道經過疏浚，水流平緩寬平東側為劉厝堤防與變電所。

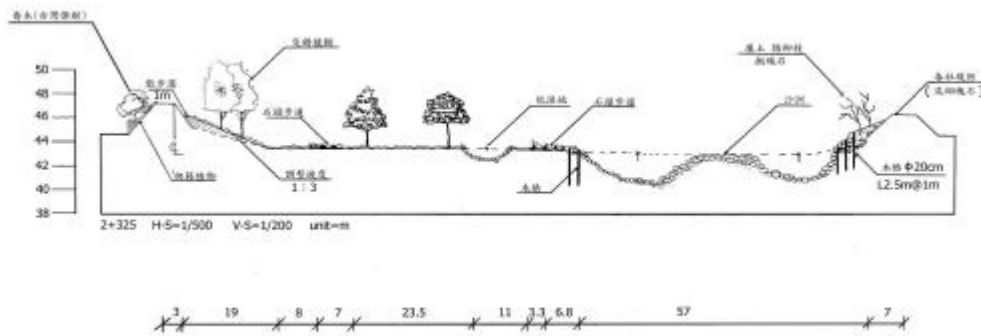
下游三百公尺處河道寬約一百五十公尺，河槽寬約四十公尺，河道有中多處沙洲，高灘地明顯且廣闊，河道經過疏浚，水流平緩寬平，東側為劉厝堤防。本年度經奉經濟部水利署核定辦理劉厝堤防綠美化工程，其平面佈置圖(如圖 5)。

此外就現有堤防改善、河川空間構想及近自然工法斷面等亦請參考圖 6 圖 7 圖 8 圖 9。

筏子溪橋下游 1125 公尺處斷面



筏子溪橋下游 1225 公尺處斷面



筏子溪橋下游 1325 公尺處斷面

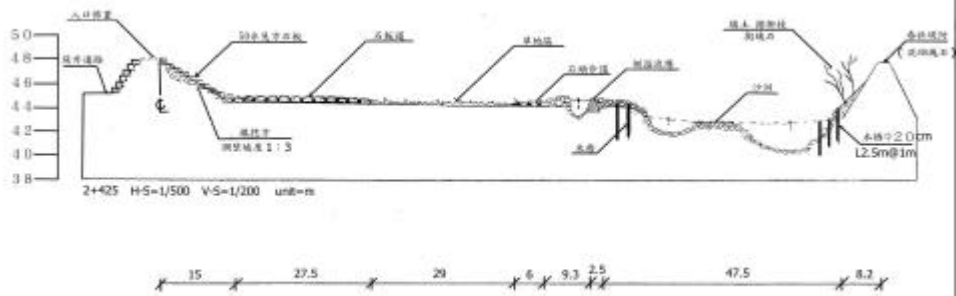


圖 4. 筏子溪近自然工法第二試辦區堤岸橫斷面圖

Figure 4. The cross section of second test region of ecological engineering measures.



圖 5. 劉厝堤防線美化斷面圖

Figure 5. A beautified cross section of Liutsu dike.

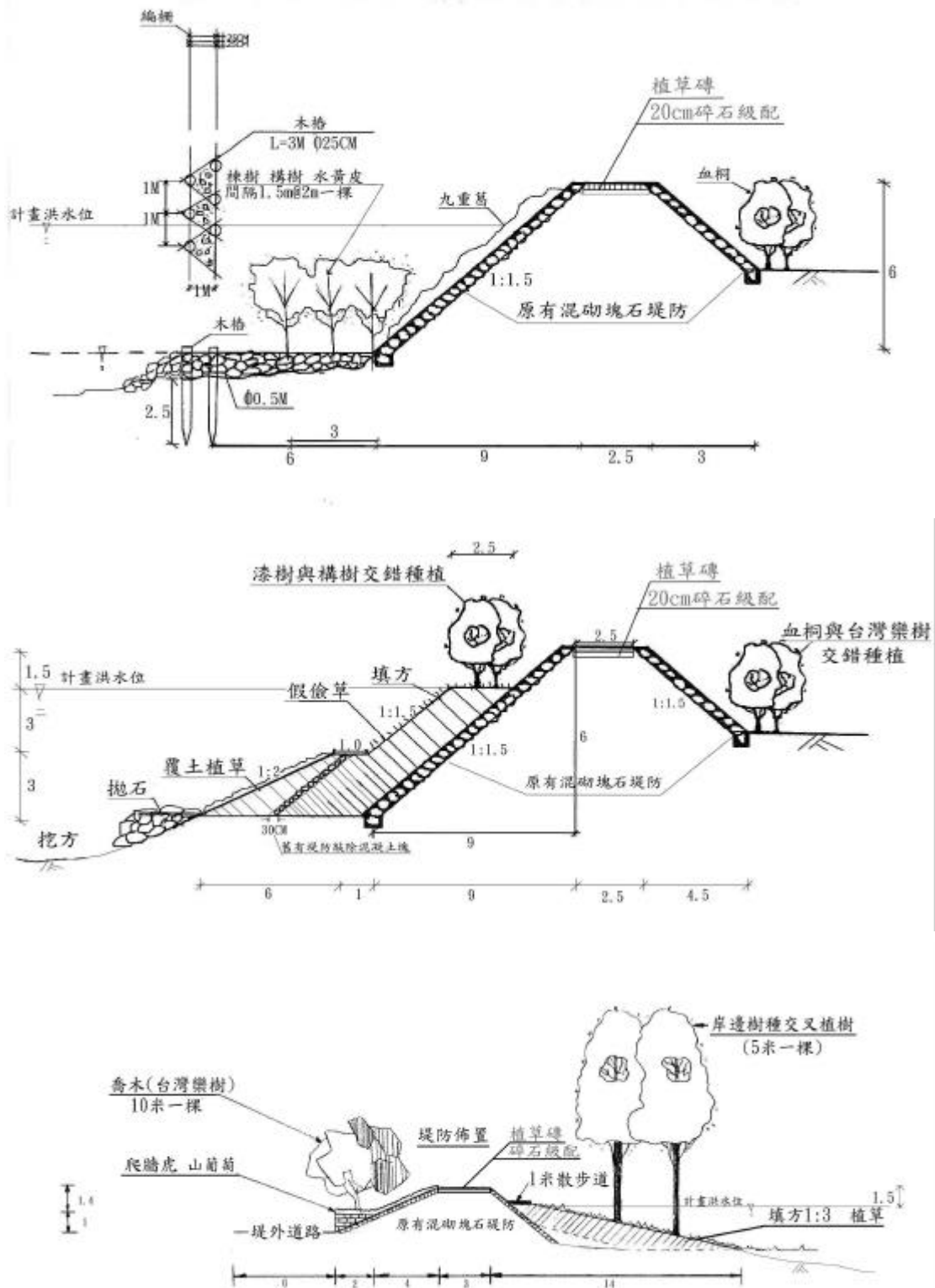
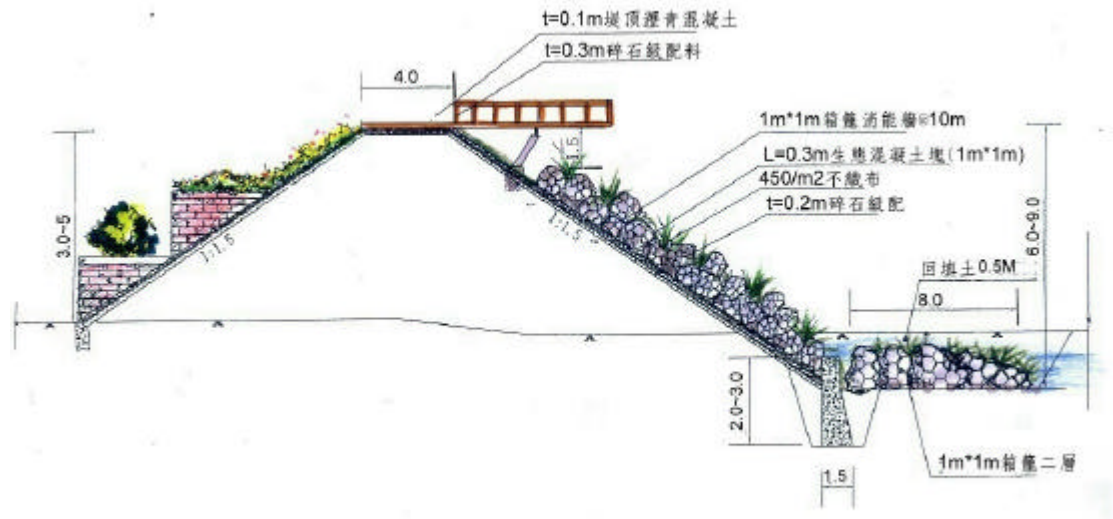
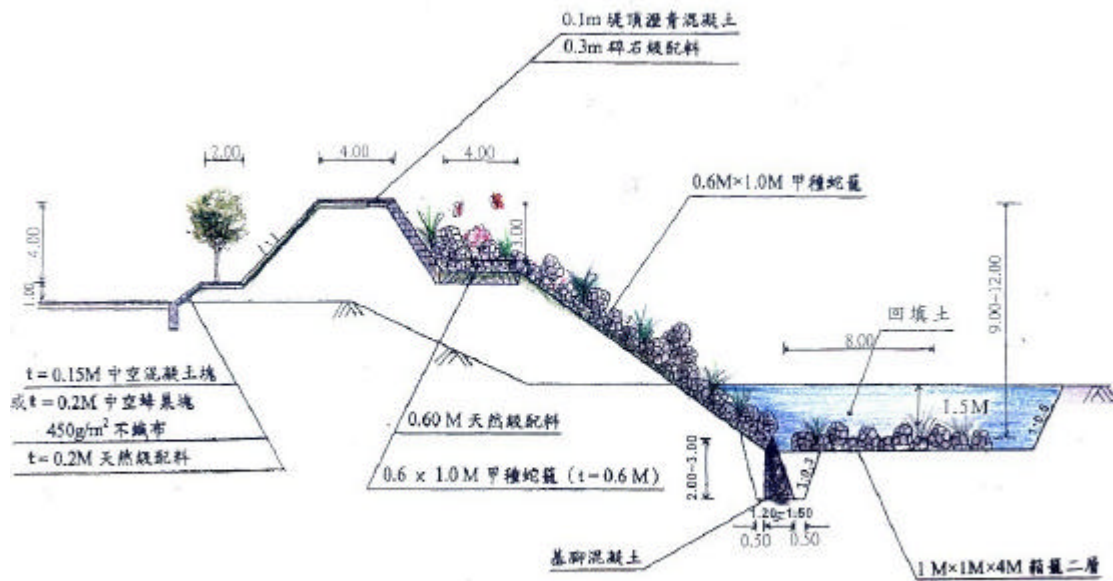


圖 6. 現有堤防改善斷面圖
 (資料來源:筏子溪景觀規劃暨設計,2001)
 Figure 6. Cross-sections of improved levees.



堤防改善構想圖



堤防改善構想圖

圖 7. 待建堤防構想圖
 (資料來源:筏子溪景觀規劃暨設計,2001)
 Figure 7. A conceptive illustration of dikes to be built.

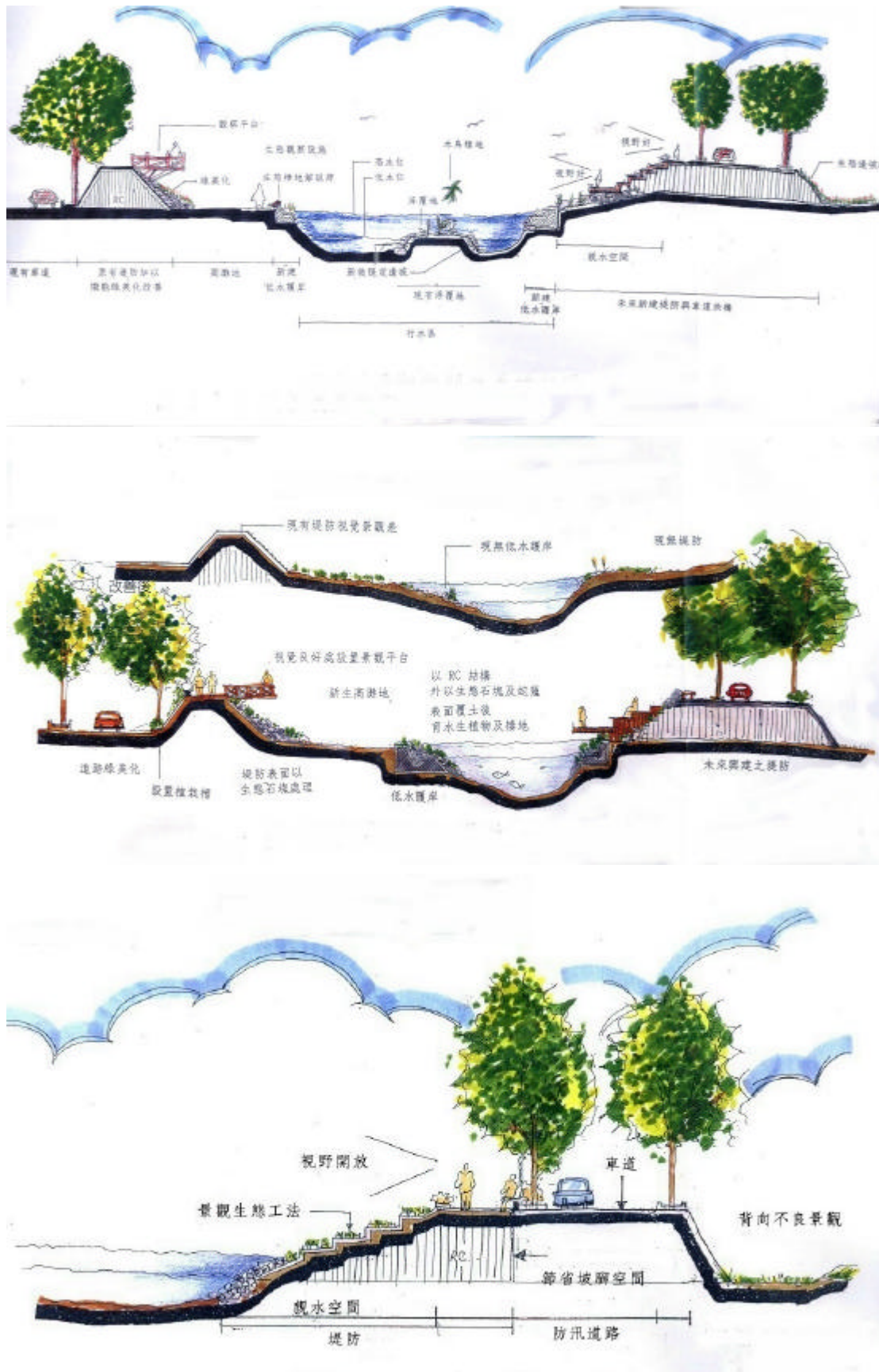


圖 8. 筏子溪河川空間景觀構想圖

Figure 8. Illustrative spatial layout of landscape, Fu-Tzu creek.

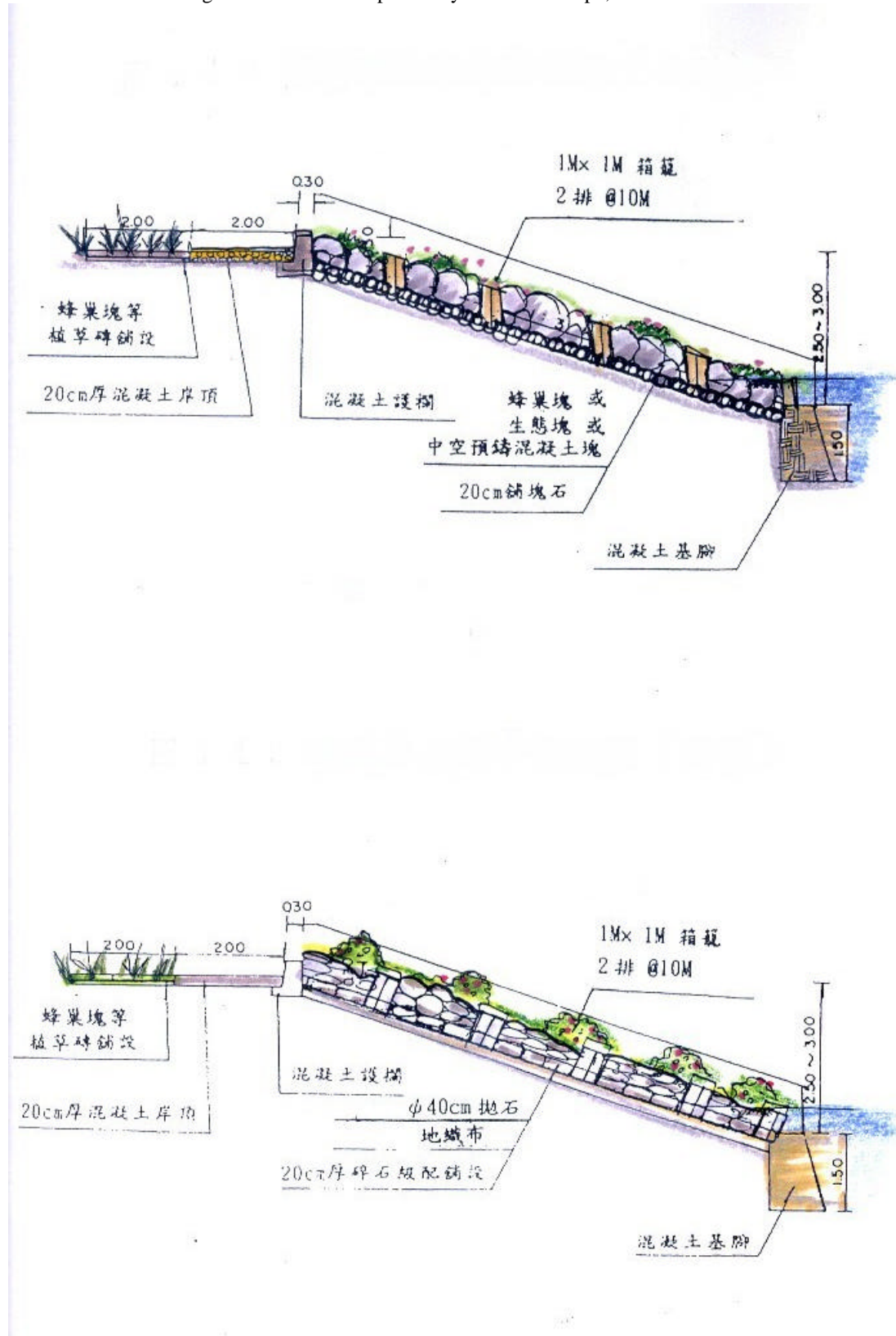


圖 9. 近自然工法堤防斷面構想圖
 (資料來源:筏子溪景觀規劃暨設計,2001)

Figure 9. Illustrative cross section of levees designed with ecological engineering measures.

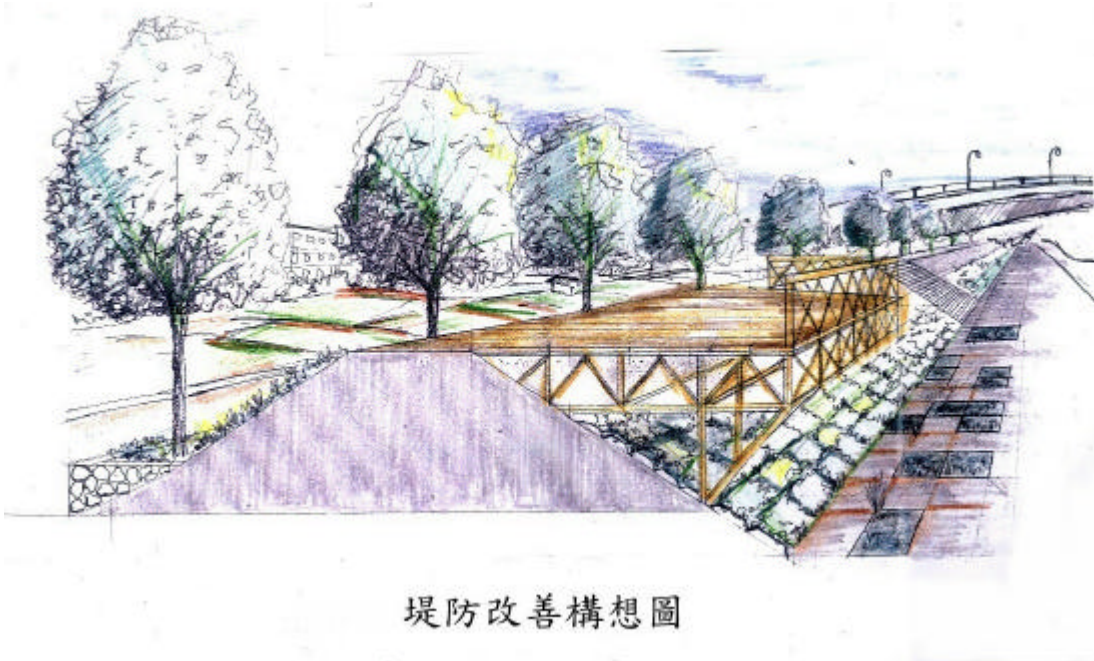
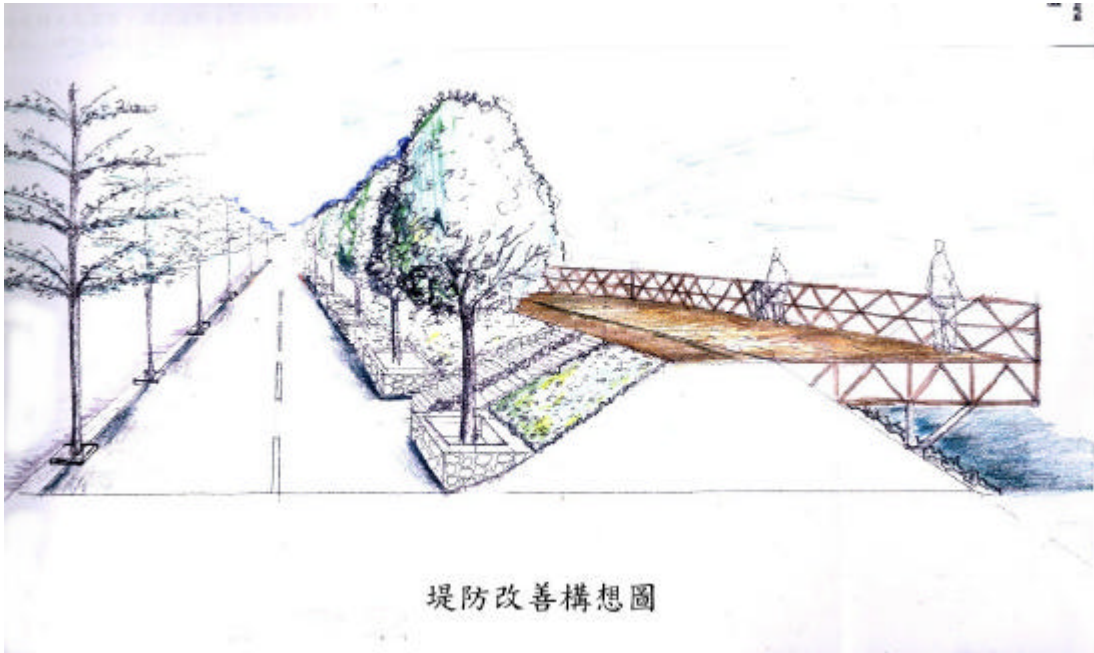


圖 10. 堤防改善透視圖

(資料來源:筏子溪景觀規劃暨設計,2001)

Figure 10. The conceptual perspective drawing of dikes was about to build.

結論與建議

- 一、河川生態設計必須針對河川整體生態環境作適當的處置措施，使原有動植物能保有健康的生長環境。
- 二、河川廊道復育僅係增加一般水生及陸生動植物之棲地空間，倘屬單一珍貴物種(如櫻花、鮭魚)之繁衍生長及復育，已超越一般工程師之專業，必須由專家指引，否則規劃不當可能導致反效果，破壞原有之生態體系。
- 三、近自然工法祇要能模倣及塑造生物之棲地環境，並非全然不可使用混凝土，所需植生樹種應儘量採用原生種。
- 四、河川生態設計可配合景觀發展營造整體自然之水岸特色，但對於休閒遊憩之開發應有所節制以減少生態環境之破壞。
- 五、水利工程人員宜加強對河川生態及棲地營造之認知，在河川治理上應以整體自然界為考量，工程施工亦應以最少破壞為原則。
- 六、河川是最好的藍帶，倘河岸之植生復育及景觀塑造成功而形成一自然之綠帶，則藍帶加綠帶之可組合多功能之河域環境。
- 七、河川生態復育不宜要求有立竿見影之功效，應以為後世子孫營造一美好的河川生態、環境景觀之心態面對，切忌僅以人本利益觀點處理。

參考文獻

- 1.王永珍, (1998), 河川生態設計之理念, 台灣水土保持, (9)。
- 2.林鎮洋、余嘯雷, (1991), 生態工法之水力分析, 行政院特有生物研究保育中心「近自然工法研討會資料彙編」。
- 3.自然交響樂 - 生態工法, (1999), 經濟部水資源局。
- 4.孫明德, (1999), 近自然工法規劃設計探討, 經濟部水資源局「生態工程與自然工法研討會」論文集。
- 5.筏子溪治理規劃報告, (1992), 水利局規劃總隊。
- 6.莊明德, (1992), 棲地復育、保育與生態水利工程規劃設計之試驗研究, 行政院農委會特有生物研究保育中心。
- 7.郭一羽, (2001), 水域生態工程, 中華大學水域環境研究中心。
- 8.郭瓊瑩, (1999), 河川廊道之生態規劃與設計, 經濟部水資源局「生態工程與自然工法研討會」論文集。
- 9.陳俊宗, (2001), 近自然工法評論, 「新世紀中台灣水資源問題與對策研討會」論文集。
- 10.經濟部水利署第三河川局, (2002), 筏子溪景觀規劃暨設計。
- 11.張世倉, (1999), 河川生態特性與保育, 「水土保持及溪流棲息地保護」論文集。
- 12.蔡仁惠, (1991), 景觀及親水概論, 行政院農委會特有生物研究保育中心「近自然工法研討會資料彙編」。
- 13.蕭慶章, (1992), 河川水邊之規劃與設計, 台灣省水利局防洪工程設計講習班講義。
- 14.Chris Newbold, (1995), Nature Conservation & River Engineering.
- 15.Hannen, H.O (1996). River Restoration

-Danish experience and examples. National Environment Research Institute. Denmark.
16.Jeffrey P. Haltiner & G.Mathias Kondolf, (1996) , Restoration Approaches in

California.
17.The Federal Interagency Stream Restoration Working group, (1998) , Stream Corridor Restoration.